

【 초청강연 I 】

# 光應用 産業技術의 開發現況

## Current Activities in Optical Industrial Technology Development

姜 麟 求

金星中央研究所

근래 금성중앙연구소에서 수행하고 있는 광관련 산업기술 개발 현황의 소개를 통해 한국기업의 기술수준을 짐작할 수 있을 것이다. 본 연구소의 광관련 기술 개발은 화합물 반도체를 이용한 광소자, 박막기술을 이용한 액정 및 이미지 센서, 광자기 디스크 그리고 호로그래피 관련분야로 구별될 수 있고, 이에 해당하는 과제의 성과를 소개하고자 한다.

### I. 序論

광관련 산업은 그 잠재력이 매우 크고 일본과 같은 나라에서는 80년대 말을 기점으로 매우 급진적으로 발전하고 있으나 우리나라는 아직도 導入期에 있다고 보인다. 따라서 産業에서 本格的인 生産을 하고 있다기 보다는 活潑한 事業展開을 위한 準備를 하고 있다.

金星社는 韓國電子産業의 先驅者로서 앞으로 다가올 광電子 産業에서도 先驅의 位置를 固守하고자 關聯技術開發에 注力하고 있다. 이 중에 液晶과 레이저 다이오드는 事業化를 確定되고 各社에서 設備를 갖추어 가고 있다. 또한 광자기 디스크 및 호로그래피를 이용한 광학계도 차후에 사업화될 예정이다.

따라서, 본 논문에서는 본 연구소에서 2-3 年前부터 개발에 착수하여 어느정도 완료된 과제들중 化合物 半導體(GaAs)를 이용한 光電子 分野 中 레이저 다이오드(LD) 및 LED, 박막기술을 이용한 액정(LCD) 및 이미지 센서(CIS), 광자기 디스크, 호로그래피를 이용한 광학계등에 관하여 설명하고자 한다.

### II. 本論

#### 1. 光電子 分野

광전자 분야는 주로 화합물 반도체(GaAs, InP)를 이용하여 다양한 광소자(LD, LED, PD)를 제작하여, 광통신, 가정용, 사무기기용의 고부가가치의 광원으로 응용되기 시작했고, 고속전자소자(Transistor)와 동일기판상에 집적할 경우, 고속, 대용량 정보처리의 핵심소자로 기대어지고 있는 분야이다. 본 연구소에서는 이 분야의 1차 단계로 광소자 개발을 목표로 하여 CDP(Compact Disc Player)용 780nm 파장의 3mW급 AlGaAs/GaAs LD와 육외전광판용 660nm 파장의 고휘도(1000mcd 이상) AlGaAs LED를 개발하였다.

##### (1) 레이저 다이오드

레이저 다이오드는 통신용을 제외하면 대부분 GaAs 반도체를 이용하고, 기판상에 AlGaAs 겹층층을 적층(Epitaxy)시켜 개발하게 된다. 이 경우 Al 성분과 소자 구조에 따라 LD의 파장과 출력이 결정되며 소자가 만족시켜야 하는 전기, 광학적 특성도 조절하게 된다. 현재

광소자 개발에 제일 중요한 공정인 결정 적층의 경우 역 상결정적층법 (LPE) 와 유기-금속 CVD 법(MOCVD) 를 동시에 사용하고 있다. 현재 개발된 소자의 특성은 출력 3mW, 파장 780nm, 방사각 (11°x33°), 잡음지수 60dB 이상이며 표 1 에 자세히 요약되어 있다.

LD 분야는 CDP 용 생산기술 개발에 이어 연구분야로 MOCVD 기술을 주축으로 한 다양한 LD (양자효과 LD, 가시광 LD) 를 현재 개발하고 있다.

### (2) LED

표시용 LED 소자로는 주로 GaAsP/GaP 물 이용한 LED 가 널리 쓰여져왔다. 그러나 옥외표시등의 새로운 기능소자에 대한 요구가 증대되면서 고휘도 제품에 대한 필요성이 대두되었고, 이런 요구에 대응하기 위해서 1000mcd 이상의 고휘도 적색 (660nm 파장)의 AlGaAs/ GaAs LED 물 최근 개발하였다. 고휘도 LED 는 단지 옥외표시등뿐 아니라, 교통신호등, 자동차 lamp 등에도 큰 시장 잠재력이 있는 분야이다. 660nm 파장의 고휘도 LED 를 개발하기 위해서는 고순도 LPE 기술 개발을 하여 이중 접합구조의 소자 구조를 실현하였다. 개발된 LED 의 광전 특성은 표 2 와 같다.

### 2. 액정 및 이미지 센서 분야

이 분야는 1986 년서부터 비정질 실리콘 박막을 연구하여 solar cell, thin film transistor (TFT) 그리고 contact image sensor(CIS) 소자를 개발해오고 있다. 비정질 실리콘 박막은 기존의 결정질 실리콘 반도체에 비하여 광 흡수도가 크고, 기판 선택이 용이 하며, 저온 공정이 가능하고 또한 대면적화를 이루기 쉬운 장점이 있어 1980 년대에 들어오면서부터 광전자 소자 로써 상품화가 이루어져 차세대 display인 HDTV와 G4 FAX 등의 핵심부품에 그 응용이 시도 되고 있다. 이 분야에 대한 대응으로 국가에서 주도하고 있는 과학기술 개발 과제에 참여하여 1987 년에는 상공부와 산업 기술 향상 자금으로 LCD 용 TFT 물 2년에 걸쳐 공동 연구하여 개발을 성공했다. 또한 Home FAX, G4 FAX 의 시대가 도래함에 따라 FAX의 핵심 부품인 CIS를 상공부의 공업 기반 기술 개발 자금으로 G3 FAX용 CIS는 1989년서 부터 총 3 개년으로 , G4 FAX용 CIS는 1991년서부터 총4개년으로 독자 개발 하고 있다.

본 연구소에서 개발하고 있는 LCD 는 AM - LCD로써 그 구조는 그림 1 과 같고 사용된 LCD 구동용 TFT의 특성은 표 3과 같다. 이것은 차후의 HDTV 구동용 TFT소자로서도 손색이 없는 특성을 갖고 있다.

또한, CIS 는 CCD에 비하여 경박 단소 면에서 뛰어나

상품화된 CIS는 multi-chip 방식을 사용하여 유리 기판 위에 photodiode 만을 형성하여 세라믹 기판에 이물 부착하여 각 화소 하나 하나를 구동 IC 와 연결하게 되고 또한 block 당 구동 IC 가 각각 필요 하게 되어 yield 와 가격 면에서 CCD 보다 훨씬 높다. 본 연구소 에서 개발하고 있는 a-Si:H 물 이용한 TFT 구동 CIS 는 구동 IC 가 하나 정도 필요 하며 또한 각 화소 하나 하나를 TFT가 스워칭 하게 되는 matrix 방법이 가능 하므로 입출력 연결 선 수가 훨씬 줄어들어 TAB (Tape Automatic Bonding)기술을 이용 할 수가 있어 양산성 및 가격면에서 우위를 기대할 수 있다.

### 3. 광자기디스크 분야

이 분야는 1988년부터 고밀도-대용량의 정보 기록이 가능한 소거가능형 광자기디스크의 개발에 착수하여 1990년에 5.25" 광자기디스크의 시제품 개발에 성공하였다. 광자기디스크는 5.25" 크기에 약 650 MByte의 대용량 정보 기록이 가능하며 기존의 자기 기록 매체는 물론 Image Processing 등의 대용량 Memory가 필요한 분야에 적용할 수 있는 차세대 기록매체로서 자기기록매체와의 용량비교를 그림 2 에 나타내었다. 현재 본 연구소에서는 광자기디스크의 핵심기술인 Sputtering 기술을 비롯하여 디스크 구조설계 기술, 디스크 Assembly 기술, 디스크 평가 기술 등의 전공정에 대한 기본 기술을 확보하였으며, 현재 세계 시장의 90% 이상을 차지하고 있는 Sony사 및 금성통신에서 '91년초 개발한 Drive 와의 호환성도 확보하고 있다. 표 4 에 GS와 Sony 의 광자기디스크 규격을 나타내었으며, 표 5 에서는 광자기디스크의 응용분야를 나타내었다. 최근에 대두되기 시작한 3.5" 광자기디스크는 현재 국제표준규격(ISO 규격)이 제정중에 있으며, 본 연구소에서도 이에 부응하여 기확보된 공정 기술 등을 이용하여 '91년중에 3.5" 광자기디스크를 개발할 예정이다.

또한 제2세대 광자기디스크인 추가기록 (Overwrite)이 가능한 광자기 디스크 공정을 개발중이며, 기록 밀도가 현재의 4배 이상인 단파장용 Memory 재료 (인공초격자구조)를 과기대와 공동으로 연구중에 있다.

### 4. 호로그래피를 이용한 광학계 분야

금성사 중앙 연구소에서는 광응용 기술의 하나인 Holography 기술을 이용하여 지문 인식 장치, LBP(Laser Beam Printer) 및 BCR(Barcode Reader) 용 주사 광학계의 연구 개발을 진행해 왔고, 현재에는 holographic non-destructive testing 및 HOE(Holographic Optical Element) 분야를 연구개발 중에 있으며, 현재까지 연구 완료된 각 부분의 연구 내용이 개발 선가는 다음과 같다

(1) 지문 인식 장치용 Hologram 결상 광학계

지문 인식 장치용 hologram 결상 광학계는 지문 인식 시스템의 입력부로서 지문 영상을 CCD 에 결상시키는 기능을 수행한다. 기존의 방식은 프리즘과 결상 렌즈계를 사용하여 지문영상을 입력하였으나, 본 연구소에서는 hologram 과 도파관을 이용하여 지문 영상을 입력시키며, 결상용의 복합 렌즈 대신 수차 보정된 hologram lens를 사용하여 지문 영상의 왜곡을 제거하고, 기존 hologram lens의 단점인 제작장과 재생광의 파장변화에 의한 수차를 보정할 수 있는 방법을 개발함으로써 레이저 다이오드 (파장 : 680 nm)를 광원으로 하는 소형, 저가격의 지문 인식 장치용 hologram 결상 광학계를 개발하였다.

(2) LBP/BCR 용 주사 광학계

1) LBP 용 주사 광학계

LBP (Laser Beam Printer) 의 주사 광학계는 레이저 다이오드에서 발산한 빔을 렌즈로 집속하여 회전다면경 및 보정 렌즈계로 드럼상에 레이저 빔을 주사하는 장치로 기존 LBP 주사광학계의 회전다면경 및 보정렌즈계 (비구면렌즈를 포함한 복합 렌즈계 : 일반적으로 FO lens라 함)가 수행하는 기능을 대체하는 hologram disk를 사용한 주사 광학계(300 dpi)를 개발함으로써 주사광학계의 생산 및 경제성에서 우위를 점하였으며, 또한 기존의 주사광학계에서 구현하기 어려운 고해상도 (600dpi 이상) 의 주사 광학계 및 하나의 광학계로 read/write 기능을 수행할 수 있는 복합 기능의 주사 광학계 개발을 가능하게 하였다.

2) BCR 용 주사 광학계

BCR(BarCode Reader)에서 상품에 표시된 바코드 정보를 독취하기 위해 레이저로 부터 발산한 빔을 집속, 주사시키는 주사장치로 기존에는 렌즈로 집속시킨 레이저 빔을 회전다면경을 사용하여 상품에 부착시킨 바코드 위를 주사하게 하였으나, 본 연구소에서는 레이저 빔의 집속 및 주사를 동시에 수행할 수 있는 hologram disk를 사용하여 초당 1000 개의 주사선을 갖는 고속용 barcode reader를 개발하였다.

개발된 hologram disk 는 회절 각도가 조금씩 다른 6장의 hologram으로 구성되어 수직, 수평 및 사선 등의 총 18 개의 주사선을 발생시켜 상품위에 부착된 barcode를 제외한 모든 방향에 부착된 바코드의 정보를 독취할 수 있도록 하였다.

3) HOE 설계/제작 기술

지문 인식 장치, 레이저프린터 그리고 바코드 리더 용 hologram 및 hologram disk 개발을 통하여 고해상도용 HOE 설계 기술을 확보하였으며, hologram 및 hologram disk 의 대량 생산을 위한 회절 효율 90%이상의 surface

relief 형의 hologram 제작 기술 및 대량 생산 기술을 개발하였다.

III. 結論

앞에서 간략히 설명한 바와 같이 현지 기업연구소에서 수행하고 있는 광관련 기술은 현재 개발 기간이 2-3 년 정도 되는 개발초기 및 사업화 이전단계이고, 내용도 선진국에서 전략적으로 추진하고 있는 대표적인 분야에 대응하는 과제들이다. 초기 개발에 착수한 과제를 사업화로 성공시키고 이 동안에 축적된 자체 기술개발을 기반으로 차후에는 좀더 넓고 깊은 연구개발을 함으로써 밝은 광응용 산업의 미래를 기대해 본다.

Electrical and Optical Characteristics

GSL 78 G

	Parameter	Symbol	GoldStar
Charac- teristics	Threshold Current	I <sub>th</sub> (mA)	40
	Power	P <sub>o</sub> (mW)	3
	Wavelength	(nm)	780 +10
	Operating Current	I <sub>op</sub> (mA)	50
	Monitoring Current	I <sub>m</sub> (mA)	0.2+0.1
	Efficiency	dP/dI(mW/mA)	0.3-0.1
	Signal/Noise	S/N (dB)	60
	Radiation Angle	(deg) (deg)	33 + 5 11 + 9
	Astigmatism	z	20
PROCESS		MOCVD, LPE	

표 1. CDP 용 GSL78G 형의 광.전 특성

	Parameter	Symbol	GoldStar
Characteristics	Forward Voltage	V <sub>F</sub>	1.8
	Reverse Voltage	V <sub>R</sub>	5
	Luminous Intensity	L	1000
	Peak Wavelength		660
	Line Half Width		20
PROCESS		LPE	

표 2. 옥외전광판용 GSE66 형의 광.전 특성

표 3. TFT와 Photodiode 소자의 특성

구분	Iphoto/Idark	금성증연의 현재규격	상품화 규격
TFT	Ion (A)	$>10^{-5}$	$>10^{-6}$
	Ioff(A)	$<10^{-12}$	$<10^{-12}$
	Ion/Ioff	$>10^7$	$>10^6$
	Vth (V)	$< 3$	$< 5$
	ufe (cm <sup>2</sup> /v.s)	0.5 ~ 0.9	$>0.1$
PD	Idark (A)	$\sim 10^{-12}$	$\sim 10^{-12}$
	Iphoto(A)	$\sim 10^{-7}$	$10^{-10} \sim 10^{-3}$
	Iphoto/Idark	$\sim 10^5$	$>10^3$

표 4. GS와 Sony 사와의 규격 비교

	단위	GoldStar	SONY
용량	MByte/면	325/297	325/297
재생 Power	mW	1.5	1.5
기록/소거 Power	mW	7 ~ 9	8.4
외부인가자계	Oe	200 ~ 400	200 ~ 400
CNR	dB	$> 47$	$> 47$
BER	-	$< 5 \times 10^{-5}$	$< 2 \times 10^{-5}$

표 5. 광자기 디스크의 응용 분야

기존자기기록매체 대체분야	신 응용 분야
<ul style="list-style-type: none"> <li>Computer 용 Memory                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hard Disk</li> <li>- Floppy Disk</li> <li>- Magnetic Tape etc.</li> </ul> </li> <li>A/V 용 Memory</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문서,도면 Filing System</li> <li>고해상도 Color Image Processing</li> <li>Desk Top Publishing</li> <li>의료용 Image 제작, 편집</li> <li>Erasable CD, VD, etc.</li> </ul>

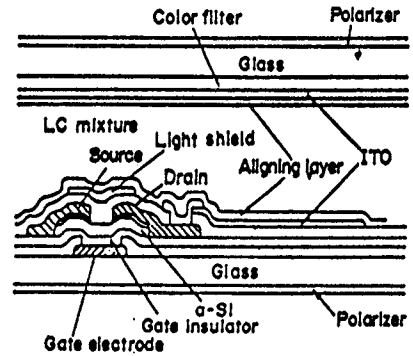


그림 1. Active Matrix LCD 구조

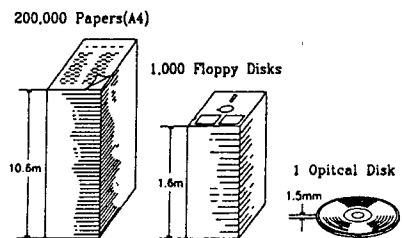
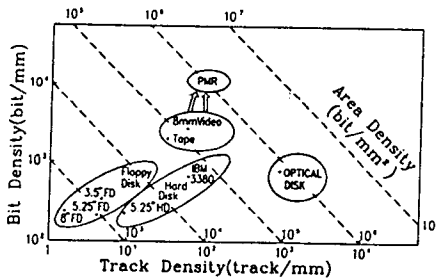


그림 2. 광디스크와 자기디스크와의 용량 비교